

# Hva bestemmer prisfølsomheten i den norske eletterspørselen?<sup>1</sup>

Erling Holmøy, Øystein Olsen og Birger Strøm

Artikkelen analyserer prisfølsomheten i den samlede norske eletterspørselen. Ved hjelp av den anvendte likevektsmodellen MSG-6 anslås eletterspørselen å falle med ca. 0,3 prosent pr. prosent økning i elprisen. Artikkelen demonstrerer også en metode for dekomponering av modellberegningen som gjør det mulig å kvantifisere bidrag fra ulike tilpasninger til denne prisfølsomheten.

## Innledning

I Norge dekkes over 60 prosent av det samlede energiforbruket til stasjonære formål av elektrisitet. Bakgrunnen for dette er rikelig tilgang til vannkraft, som historisk sett har vært lavt priset både i forhold til andre energibærere og kraftprisene i andre land. Denne situasjonen er i ferd med å endres. En omfattende kraftutveksling med utlandet trekker i retning av en utjevning av norske produsentpriser i forhold til prisene i våre naboland. Siden kraftproduksjonen ellers i Nord-Europa i hovedsak er termisk basert, vil nye avgifter på fossile brenslers eller gjennomføring av andre tiltak som øker produksjonskostnadene i kraftverkene, gi økte elpriser også i Norge. Stigende marginalkostnader ved videre vannkraftutbygging trekker i samme retning. I tillegg til dette har det i det siste fra ulike hold kommet forslag om høyere forbruksavgifter på elektrisitet innenlands for å dempe kraftforbruket. Motivasjonen for særskilte tiltak rettet mot elforbruket har dels vært et ønske om få til en riktigere prising av miljøgoder, dels har siktemålet vært å redusere behovet for kraftimport de nærmeste årene.

På denne bakgrunn er det av betydelig interesse å få belyst empirisk hvordan norsk økonomi vil tilpasse seg økte kraftpriser. Formålet med denne artikkelen er å bidra med slik kunnskap ved å analysere og anslå den *totale prisfølsomheten i eletterspørselen*. Ved å benytte den generelle likevektsmodellen MSG-6, tar analysen hensyn til at den aggregerte etterspørselen etter elektrisitet avhenger av en lang rekke tilpasninger i økonomien, utover den direkte effekten på elforbruket av prisendringer som beskrives i tradisjonell partiell markedsanalyse av en enkelt konsument eller produsents adferd. Spesielt vises betydningen av at:

- etterspørselsstrukturen varierer betydelig mellom ulike sektorer i økonomien, både når det gjelder elintensitet og tilpasningsmuligheter. Effekter på næringssammensetningen blir derfor viktige.
- tilpasningene til økt elpris skjer på flere beslutningsnivåer. I tillegg til at elektrisitet for noen formål kan erstattes av andre energibærere, vil økte elpriser kunne føre til substitusjon bort fra energi i bedriftene og stimulere til et forbruksmønster som er mindre energiintensivt.
- substitusjonsvirkningene vil avhenge av endringer i priser på andre varer og tjenester enn elektrisitet. Disse blir påvirket både av likevektstilpasninger av priser på primære produksjonsfaktorer, spesielt lønn, og av overveltningen av prisendringene for elkraft og primærfaktorer gjennom produktkryssløpet i økonomien.
- økte elpriser gir makroøkonomiske inntektsvirkninger som påvirker etterspørselen også etter elkraft.

## Hvordan eletterspørselen tilpasses økte elpriser

### Partielle og generelle likevektseffekter

En aggregert etterspørselsfunksjon for elektrisitet må ta eksplisitt hensyn til både substitusjons- og skalaeffekter som følge av en endring i elprisen. Substitusjonseffekten i en bedrift kan vi definere som virkningen på eletterspørselen av endringer i faktorsammensetningen gitt et bestemt nivå for samlet etterspørsel etter innsatsfaktorer. Skalaeffekten defineres som virkningen på eletterspørselen av endringer i bedriftens produksjonsnivå når faktorsammensetningen holdes uendret. Tilsvarende definerer vi substitusjonseffekten i husholdningenes forbruk som effekten av at vare- og tjenestesammensetningen endres, mens (en volumindeks for) husholdningens totalforbruk holdes uendret. Skalaeffekten i forbruket defineres som virkningen av at

Erling Holmøy, forsker ved Seksjon for makroøkonomi.  
E-post: [erling.holmoy@ssb.no](mailto:erling.holmoy@ssb.no)

Øystein Olsen, forskningsdirektør ved Forskningsavdelingen.  
E-post: [oystein.olsen@ssb.no](mailto:oystein.olsen@ssb.no)

Birger Strøm, rådgiver ved Seksjon for makroøkonomi.  
E-post: [birger.strom@ssb.no](mailto:birger.strom@ssb.no)

<sup>1</sup> Artikkelen bygger på et større arbeid av de samme forfattere som vil bli publisert som vedlegg i en kommende offentlig utredning (NOU) fra det såkalte "Energiutvalget".

totalforbruket endres, mens vare- og tjenestesammensetningen holdes konstant.

Skalaeffekten i bedriftene er selvsagt avhengig av hvilke endringer man får i etterspørselen etter bedriftens produkter, mens skalaeffekten i konsumet avhenger av hvilke realinntektsendringer som genereres av elprisendringen. Substitusjonseffektene vil avhenge av hvordan en gitt endring i elprisen påvirker de andre prisene i økonomien, fordi det er de relative prisendringene som betyr noe for bedriftenes og husholdningenes adferd. Det er to forskjellige mekanismer som gjør at en elprisøkning generelt vil endre prisene på andre varer og tjenester. Den ene har å gjøre med den gjensidige avhengigheten i økonomien. Når elprisen øker, vil marginalkostnadene i bedriftene øke avhengig av den kostnadsandelen elektrisitet har i produksjonen. Deler av denne kostnadsøkningen vil bli veltet over på produktprisene. Leveranser av kapital- og innsatsvarer mellom næringene fører til at prisøkningen forplanter seg til endringer i priser på produkter som er direkte eller indirekte produsert med elektrisitet som innsatsfaktor. Den andre mekanismen skyldes at en økning i elprisen generelt vil påvirke tilbud og etterspørsel i alle markeder. Markeder som før var i likevekt, vil dermed komme ut av balanse, og opprinnelig spare- og investeringsplaner vil være uforenlige med langsiktig utenriksøkonomisk balanse. For å gjenopprette generell likevekt i hele økonomien kreves derfor endringer i relative priser utover de som følger av kryssløpsvirkningene av elprisøkningen.

En generell likevektsanalyse av etterspørselen etter elkraft bør være basert på en relativt disaggregert beskrivelse av økonomien. En grunn til dette er at en detaljert beskrivelse av næringsstrukturen gir mulighet for å skille mellom substitusjon på mikro- og makronivå. Substitusjonen på mikronivå er drevet av den enkelte bedrifts eller husholdnings muligheter til å foreta lønnsomme endringer i faktor- og forbrukssammensetningen som følge av at elprisen øker. For økonomien totalt, dvs. på makronivå, vil substitusjonen også være påvirket av at den generelle aktiviteten i sektorer med ulik elintensitet ikke blir endret proporsjonalt. F.eks. vil nedgangen i elletterspørselen bli forsterket dersom det er slik at de kraftkrevende industrinæringene opplever en relativt sterkere nedgang i produksjonen enn det man opplever i andre næringer. Denne typen sammensetningseffekt bør vies særlig oppmerksomhet i en åpen økonomi som den norske, der det er store muligheter til å erstatte norsk produksjon med import.

Ved å benytte en disaggregert representasjon av økonomiens virkemåte kan en også få frem at den aggregerte sammenhengen mellom elpris og samlet etterspørsel etter elkraft kan være lite autonom. Det vil være tilfelle dersom ulike etterspørre reagerer forskjellig på en økning i el-

prisen. Mulighetene for å lage gode anslag på prisfølsomheten under fremtidige forhold som kan avvike betydelig fra dagens, er bedre desto mer disaggregert informasjon man har om priselastisiteter og om vridninger i etterspørselens sammensetning.

*Modellverktøyet* som er benyttet i denne analysen, er den siste versjonen av MSG (Multi Sectoral Growth), MSG-6<sup>2</sup>. Et av de viktigste anvendelsesområdene for denne modellen har nettopp vært analyser av markedene for elektrisitet og andre energibærere. MSG-modellen fanger spesielt opp den typen likevektsmekanismer som er nevnt over. I standardversjonene av MSG-6 er elmarkedet modellert ved at kraftprisen balanserer tilbud og etterspørsel, hensyn tatt til eventuelle eksport- og importmuligheter. For å kunne tallfeste prisfølsomheten i den aggregerte *etterspørselen* etter elkraft, har vi i denne analysen beregningsteknisk "lukket" modellen ved å definere elprisen som en eksogen variabel. Samtidig har vi fjernet kravet om at samlet tilbud skal være lik etterspørselen, inklusive nettoeksport, i kraftmarkedet. Samlet elletterspørsel lar seg dermed beregne som en separat størrelse.

### Hva slags elprisøkning?

Prisen på elkraft er ikke noe entydig begrep idet den avhenger av på hvilket punkt i elforsyningen mellom kraftstasjon og forbruker den måles. Vi har beregnet prisfølsomheten ved å øke *referanseprisen* på elkraft, jf. Johnsen (1991). Referanseprisen er målt i et punkt som ligger mellom transmisjonsleddet og distribusjonsleddet, hvor man i prinsippet har korrigert kostnaden knyttet til kraftleveranser til ulike kjøpere for alle kjøperspesifikke komponenter. I forhold til kjøperprisen, vil referanseprisen ikke inkludere mottakerspesifikke distribusjonskostnader, elavgifter og moms. En del av disse tilleggene følger ikke den prosentvise økningen i referanseprisen, slik at den relative økningen i kjøperprisene blir lavere enn økningen i referanseprisen.

En *priselastisitet* betegner den relative endringen i etterspørselen pr. prosent endring i prisen som etterspøreren betaler. Siden det er referanseprisen på elektrisitet, og ikke de ulike kjøperprisene som endres i vår beregning, vil vi benytte begrepet *prisfølsomhet* i stedet for priselastisitet når vi analyserer endringen i den samlede norske elletterspørselen. Jo mindre overveltning av økningen i referanseprisen på kjøperprisen, desto lavere prisfølsomhet i en etterspørselskomponent.

Generelt vil prisfølsomheten være avhengig av hvor mye referanseprisen øker, siden modellen inneholder flere sammenhenger hvor det ikke vil være konstante forhold mellom de relative endringene i de størrelsene som inngår. I beregningene som presenteres i det følgende, er referanse-

2 MSG-modellen ble opprinnelig utviklet av Leif Johansen (1960). Siden slutten av 1960-årene har modellen vært operert og kontinuerlig utviklet i Statistisk sentralbyrå. For en fylldigere ikke-teknisk beskrivelse av MSG-6 vises det til Holmøy, Olsen og Strøm (1998) og Holmøy og Strøm (1997). Holmøy (1998a) gir en analytisk drøfting av de sentrale makroøkonomiske mekanismene i modellen. Detaljert dokumentasjon av konsumentadferden finnes i Bye og Holmøy (1997) og Aasness og Holtmark (1995). Holmøy og Hægeland (1997) analyserer egenskaper ved næringenes produksjonsstruktur.

prisen på elektrisitet økt med 10 prosent i alle år i simuleringsperioden i forhold til nivået langs en referansebane. Supplerende modellberegninger viser at prisfølsomheten avtar noe med størrelsen på elprisøkningen. Det er intuitivt rimelig siden det er de mest elastiske etterspørselskomponentene som reduseres relativt mest etterhvert som elprisen økes.

## Makroøkonomiske effekter av en økning i elprisen

Virkningene i MSG-6 av en økning i elprisen kan ikke følges og forklares i detalj. Til det er kompleksiteten i den simultane modellstrukturen for stor. I det følgende har vi valgt å beskrive de viktigste *kvalitative* virkninger på makronivå av økte elpriser i tre trinn. Først drøftes tilpasningene betinget på at lønnsraten og konsumentenes nyttenivå holdes konstant. Disse vil lede til ubalanser i henholdsvis arbeidsmarkedet og i utenriksøkonomien. Det andre trinnet består i å forklare hvilke tilpasninger som kreves i lønn og nyttenivå for å gjenopprette full sysselsetting og utenriksøkonomisk balanse. Endelig ser vi på hvilke justeringer i eletterspørselen som følger av disse tilpasningene. Holmøy (1998a) gir en analytisk gjennomgang av virkemåten i MSG-6 som svarer til et slikt tre-trinns resonnement. I neste avsnitt vil vi presentere beregninger av den empiriske betydningen av hva disse ulike effektene betyr enkeltvis og samlet for den totale prisfølsomheten i den norske eletterspørselen.

### Trinn 1:

Elprisøkningen fører i første omgang til at bedriftene, offentlig forvaltning og husholdningene erstatter deler av elbruken med andre faktorer. Både produksjons- og forbruksstrukturen i økonomien blir med andre ord mindre elintensiv. I denne prosessen inngår følgende tilpasninger som påvirker eletterspørselen.

1. Som følge av elprisøkningen, vil både husholdninger og bedrifter søke å vri sammensetningen av energibruken bort fra elektrisitet.
2. I bedriftene vil substitusjon vekk fra elektrisitet ikke hindre at elprisøkningen slår ut i høyere gjennomsnittlige energikostnader. Dette vil motivere til en mindre energiintensiv faktorbruk.
3. Tilsvarende vil økte energikostnader veltes over i prisene på bruk av energikrevende maskiner og annen faktorbruk som er knyttet til elektrisitet.
4. Samlet sett opplever bedriftene positive skift i sine kostnader. Skiftet er størst for de næringene som er mest elkraftintensive. Kostnadsøkningen slår ut i redusert produksjon og dermed redusert bruk av elkraft og andre innsatsfaktorer. Virkningen er sterkest på eksportmarkedet. Dette skyldes at tilbudskurvene er relativt elastiske med hensyn på forholdet mellom eksportprisen, som er gitt på verdensmarkedet, og gjennomsnittskostanden for samlet faktorinnsats. Også norske bedrif-

ters hjemmelieferanser reduseres, fordi den innenlandske etterspørselen vil vri seg fra norske produkter til import der dette er mulig som en følge av at kostnadsøkningen veltes over på produktprisene på hjemmemarkedet.

5. Prisøkningene på norske hjemmelieferanser forplanter seg videre til økte priser på faktorinnsats som direkte og indirekte er produsert innenlands. Dette modifierer substitusjonseffektene i forhold til eletterspørselen. Det at maskiner blir dyrere å produsere, svekker f.eks. incentivet til å velge en mindre energiintensiv maskinpark, mens incentivet til å erstatte bruk av energikrevende maskiner med arbeidskraft forsterkes.

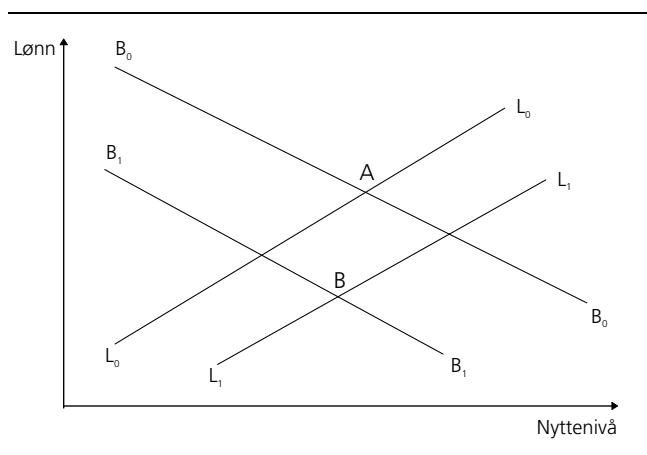
### Trinn 2:

Tilpasningene av innenlandsk etterspørsel, hjemmelieferanser og eksport til nye priser sørger for at produktmarkedene klareres. Imidlertid vil de tilpasningene vi har gjennomgått hittil etterlate to fundamentale ubalanser. For det første vil arbeidsmarkedet være ute av likevekt. For det andre vil ikke endringene i eksport og import være forenlig med at norsk økonomi er i langsiktig utenriksøkonomisk balanse. Gjenoppbygging av disse balansene krever justeringer i lønnsraten og i husholdningenes nyttenivå.

I *arbeidsmarkedet* er både tilbud og etterspørsel blitt endret. På tilbudssiden leder økte priser på konsumgoder som følge av elprisøkningen til lavere reallønn og dermed isolert sett til lavere arbeidstilbud (substitusjonseffekt). Etterspørselen etter arbeidskraft er påvirket av to hovedmekanismer som trekker i hver sin retning. Elprisøkningen, samt de induserte prisøkningene på produserte innsatsfaktorer, gir en substitusjon i retning av høyere arbeidsintensitet for gitte produksjonsnivåer. Derimot innebærer reduksjonen av innenlandsk produksjon en negativ sysselsettingseffekt. I MSG-6 vil den negative effekten dominere.

Hvorvidt vi nå har endt opp i en situasjon med arbeidsledighet eller overskuddsetterspørsel etter arbeidskraft avhenger av om reduksjonen av arbeidstilbudet er sterkere enn reduksjonen av etterspørselen. Elastisitetene som ligger inne i modellen, impliserer at ledighet blir nettovirkningen. Litt grovt kan man si at dette skyldes at skalaeffektene som følge av svekket internasjonal konkurranseevne virker sterkere enn substitusjonseffektene i arbeidskraftetterspørselen og arbeidstilbudet. Dersom ledigheten skal elimineres ved hjelp av lønnsendring mens nyttenivået holdes uendret, er det nødvendig med en lønnsreduksjon. Alternativt kan likevekten i arbeidsmarkedet gjenopprettes ved en økning i nyttenivået. En slik nytteøkning kan realiseres gjennom en kombinasjon av økt materielt konsum og lavere arbeidstilbud.

Når det gjelder ubalansen i *utenriksøkonomien*, fører som nevnt økte elpriser til redusert eksport og økte importandeler. Denne "konkurranseevneeffekten" bidrar til redusert eksportoverskudd. I motsatt retning trekker effekten av at bedriftene har redusert sin etterspørsel etter innsatsfaktorer og husholdningene har redusert sin etterspørsel etter varer

**Figur 1. Generelle likevektstilpasninger av lønns- og nyttenivå i MSG-6 til økt elpris**

og tjenester (til fordel for mer fritid). Siden en viss andel av denne etterspørselen importeres, gir denne "aktivitetseffekten" et bidrag til økt eksportoverskudd. De kvantitative utslagene i MSG-6 er slik at konkurranseevneeffekten dominerer. Dersom balansen i utenriksøkonomien skal gjenopprettes gjennom justering av husholdningenes nyttenivå mens lønningene holdes konstant, må nyttenivået reduseres, og reduksjon i det materielle konsumet må være sterkt nok til at importen blir tilstrekkelig dempet. For et gitt nyttenivå, må lønnsraten reduseres for å gjenopprette utenriksøkonomisk balanse.

Endringene i lønn og nyttenivå virker inn på balansen i både arbeidsmarkedet og i utenriksøkonomien. Likevektstilpasningene må følgelig bestemmes simultant. Vi har illustrert hvordan disse må bli i figur 1. I denne figuren måles nyttenivået langs den horisontale akse og lønnsraten langs den vertikale. Den stigende kurven LL representerer de kombinasjoner av lønn og nyttenivå som er konsistente med likevekt i arbeidsmarkedet. Kurven er stigende da en partiell økning i lønnsraten gir arbeidsledighet for gitt nyttenivå, mens økt nyttenivå gir økt overskuddsetterspørsel i arbeidsmarkedet, jf. resonnementet over. Over (under) LL-kurven er etterspørselen etter arbeidskraft lavere (høyere) enn arbeidstilbudet. Kurven BB representerer kombinasjoner av lønn og nyttenivå som er konsistente med langsiktig utenriksøkonomisk balanse. BB-kurven er fallende fordi økt nyttenivå og økt lønn, gjennom svekket internasjonal konkurransevne, gir lavere nettoeksportverdi. Over (under) BB-kurven vil netto gjeld (formue) overfor utlandet eksplodere på lang sikt, hvilket er uforenlig med modellens krav til langsiktig utenriksøkonomisk balanse.

Fotskriftene 0 og 1 refererer til henholdsvis situasjonen før og etter elprisøkningen. Virkningene av økt elpris kan tegnes inn i figuren som et skift utover i LL-kurven og et skift innover i BB-kurven. Dette impliserer entydig at lønnsraten går ned, mens retningen på nytteendringen må avklares empirisk. Simuleringene på MSG-6 bekrefter at likevektsendringen i lønnsraten er negativ, og at de empiriske effektene er av en slik størrelsesorden at nyttenivået

faller. Det betyr at endringene er slik som vist i figur 1 der A er den opprinnelige og B den nye likevektsløsningen.

### Trinn 3:

Nedgangen i lønn og nyttenivå påvirker endringene i etterspørselen. For det første forsterker lønnsreduksjonen de negative substitusjonseffektene på bedriftenes elintensitet, i det bedriftene i større grad erstatter energikrevende maskiner med arbeidskraft. En tilsvarende negativ substitusjonseffekt gjør seg også gjeldende på konsumsiden ved at husholdningene vrir sammensetningen av sitt materielle konsum i favør av mer arbeidsintensive varer og tjenester. For det andre vil lønnsnedgangen modifisere den kostnadsøkningen som følger av økte elpriser, og dermed svekke de negative skalaeffektene på etterspørselen. Spesielt vil lønnsreduksjonen komme arbeidsintensiv konkurranseutsatt industri til gode. For det tredje vil lavere nyttenivå innebære lavere innenlandsk etterspørsel, og dermed påvirke den samlede etterspørselen negativt.

## Tallfesting av bidragene til endret kraft- etterspørsel

### Prisfølsomheten for hovedgrupper på etterspørselssiden

Simuleringen på MSG-6 viser at den samlede etterspørselen faller med 0,31 prosent når referanseprisen på elkraft øker med 1 prosent. Dette forholdstallet er vårt mål på den aggregerte prisfølsomheten i den innenlandske etterspørselen. Beregningene viser at denne prisfølsomheten er tilnærmet konstant over alle simuleringsperioder, hvilket viser at dynamikken i MSG-6 har liten innvirkning på prisfølsomheten.

Bidragene til prisfølsomheten fra hovedgrupper av etterspørere er vist i tabell 1. Reduksjonen i husholdningenes elforbruk bidrar med bare 0,04 prosentpoeng til den totale prisfølsomheten. I vurderingen av dette bidraget må en huske på at utslaget i kjøperprisen på elektrisitet i husholdningssektoren bare er om lag halvparten av den relative økningen i referanseprisen. En direkte etterspørselsrespons på -0,13 (jf. tabellen) reflekterer følgelig en direkte priselastisitet i denne sektoren som er om lag det dobbelte i tallverdi. For å komme frem til bidraget fra husholdningene til den totale prisfølsomheten må en i tillegg korrigere for at husholdningene bare står for rundt en tredjedel av det totale elforbruket. Innen offentlig forvaltning er tilpasningene i modellen begrenset til substitusjon mellom elkraft og oljeprodukter. Denne substitusjonseffekten er negativ, men av neglisjerbar størrelsesorden. Elforbruket i oljesektoren og utenriks sjøfart er eksogent i MSG-6 og endres derfor ikke i beregningen. Det dominerende bidraget til den samlede prisfølsomheten i etterspørselen i MSG-modellen skyldes dermed tilpasninger som finner sted i bedriftene i fastlandsøkonomien. I det følgende vil vi først analysere nærmere hva som ligger bak tilpasningen i denne delen av forbruket.

**Tabell 1. Dekomponering av prisfølsomheten i samlet eletterspørsel i bidrag fra hovedgrupper av etterspørrere**

Samlet etterspørselsendring = 1 + 2 + 3	-0,31
1. Bidrag fra private produksjonssektorer i fastlandsøkonomien = 1a*1b	-0,27
1a. Andel av samlet etterspørsel etter elkraft	0,51
1b. Etterspørselsendring	-0,53
2. Bidrag fra husholdninger = 2a*2b	-0,04
2a. Andel av samlet etterspørsel etter elkraft	0,32
2b. Etterspørselsendring	-0,13
3. Bidrag fra andre produksjonssektorer	0,00

**Tabell 2. Dekomponering av prisfølsomheten i eletterspørselen fra private produksjonssektorer i fastlandsøkonomien**

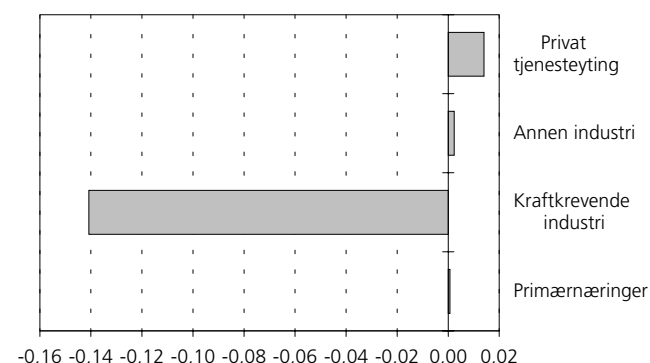
Prisfølsomhet = 1+2+3	-0,53
1. Bidrag fra substitusjonseffekter i de enkelte sektorer	-0,39
2. Bidrag fra vekst i samlet faktorinnsats i de enkelte sektorer (skalaeffekt)	-0,01
3. Bidrag fra samvariasjon mellom elintensiteter og endret næringsstruktur	-0,14

### Nærmere om tilpasningen til økte elpriser i private produksjonssektorer

I hver produksjonssektor kan elintensiteten defineres som forholdet mellom elinnsatsen og samlet faktorinnsats. Innen hver sektor vil elintensiteten i våre beregninger bare endres dersom de relative faktorprisene endres. Den samlede faktorinnsatsen i hver sektor avhenger positivt av produksjonsnivået. For en gitt elintensitet øker derfor innsatsen av elkraft dersom sektoren øker sine leveranser til eksport- eller hjemmemarkedet. De enkelte sektorene har imidlertid ulik elintensitet. Følgelig vil overflytting av ressurser mellom næringene generelt påvirke den gjennomsnittlige elintensiteten i økonomien. Den vil øke dersom det er en tendens til at de næringene som er mest elkraftintensive opplever den relativt sett sterkeste produksjonsveksten.

I tabell 2 er prisfølsomheten for eletterspørselen i private produksjonssektorer i fastlandsøkonomien dekomponert i bidrag fra substitusjonseffekter på elintensiteten i de enkelte sektorer, endret produksjonsskala i enkeltsektorene, samt den nevnte typen sammensetningseffekter. Vi viser til Holmøy (1998b) for en detaljert utledning av hvordan de ulike bidragene konkret er beregnet.

Resultatene i tabell 2 viser at mesteparten (vel 75 prosent) av den direkte prisfølsomheten i bedriftene i fastlandsøkonomien skyldes substitusjonseffekter internt i de enkelte sektorene. I tillegg forsterkes disse substitusjonseffektene på (modellens) mikronivå av forskyvninger i sektorenes andeler av samlet faktorbruk. Figur 2 gir et bilde av hvordan disse forskyvningene av faktorbruk mellom grupper av enkeltsektorene påvirker den aggregerte elintensiteten.

**Figur 2. Dekomponering av bidraget på 0,14 prosent til redusert eletterspørsel i private produksjonssektorer fra forskyvninger i næringenes andeler av samlet faktorinnsats**

Langs den vannrette aksen måles bidraget til samlet endring i eletterspørselen av at den samlede faktorbruket i sektorgruppen endres. Disse bidragene summerer seg til sammensetningseffekten i post 3, tabell 2. Vi ser at det særlig er en overflytting av ressurser fra tradisjonell kraftkrevende eksportindustri (treforedling, kjemiske råvarer og metaller) til annen konkurranseutsatt industri som bidrar til reduksjonen i den gjennomsnittlige elintensiteten. Dette skyldes hovedsakelig at økningen i elprisen har størst kostnadsdrivende effekt i de kraftkrevende næringene, og lønnsnedgangen er for svak til å motvirke dette. Økte kostnader slår ut i lavere produksjon særlig til eksportmarkedet, siden de kraftintensive industrinæringene er blant de mest eksportorienterte. Det reduserte aktivitetsnivået disse næringene fører i modellen til at arbeidskraft og andre innsatsfaktorer overføres til andre næringer. Vekst i andre konkurranseutsatte næringer bidrar til at den utenriksøkonomiske balansen opprettholdes.

Alt i alt indikerer beregningene at prisfølsomheten i bedriftenes eletterspørsel blir betydelig undervurdert dersom man neglisjerer vridninger i næringsstrukturen.

Det største bidraget til den samlede prisfølsomheten for elektrisitet skyldes imidlertid substitusjonsvirkningene innad i de enkelte sektorene, jf. tabell 2. La oss se nærmere på faktorene bak disse virkningene. Som nevnt foran, er disse substitusjonseffektene et resultat av både økt elpris og endringer i prisene på de andre faktorene som modellen spesifiserer. Den kvantitative betydningen av ulike bidrag til sektorinterne substitusjonseffekter er vist i Holmøy (1998b). Noen hovedresultater er gjengitt i tabell 3. På grunnlag av disse kan vi trekke følgende konklusjoner:

1. Man vinner lite presisjon ved å ta hensyn til endringer i andre priser enn elprisen. Av en samlet sektorintern substitusjonseffekt på -0,39 kan et bidrag lik -0,37 henføres til partiell økning i elprisen. Dette skyldes små endringer i relative faktorpriser utenom elprisen, ikke at teknologien i gjennomsnitt blant sektorene er lite elastisk.

**Tabell 3. Dekomponering av endringene i elintensiteten i de enkelte produksjonssektorene i bidrag fra endringer i faktorpriser**

Gjennomsnitt av substitusjonseffekter i de enkelte sektorer	-0,390
1. Bidrag til substitusjon fra partiell økning i elprisen = $1.1+1.2+1.3+1.4$	-0,370
1.1. Substitusjon mellom elkraft og andre energibærere (oljeprodukter)	-0,030
1.2. Substitusjon mellom energi og maskinkapital	-0,200
1.3. Substitusjon mellom energikrevende maskinkapital og arbeidskraft	-0,140
1.4. Substitusjon mellom andre innsatsfaktorer	0,000
2. Bidrag til substitusjon fra endringer i andre priser enn elprisen = $2.1+2.2+2.3+2.4$	-0,018
2.1. Substitusjon mellom elkraft og andre energibærere (oljeprodukter)	0,000
2.2. Substitusjon mellom energi og maskinkapital	-0,003
2.3. Substitusjon mellom energikrevende maskinkapital og arbeidskraft	-0,014
2.4. Substitusjon mellom andre innsatsfaktorer	-0,001

Lønnsnedgangen forsterker imidlertid incentivet til å gjøre produksjonen mer arbeidsintensiv.

- Substitusjon vekk fra elkraft skyldes i hovedsak at sektorene reduserer *energiinnholdet* i den samlede faktorinnsatsen, mens sektorene i svært beskjeden grad erstatter elektrisitet med oljeprodukter og andre fossile brensler ifølge modellberegningene. Dette har sammenheng med at det meste av økningen i kjøperprisen på elkraft veltes over i gjennomsnittskostnaden for på samlet energiinnsats. Særlig for sektorer hvor høy elandel gir tilnærmet lik økning i elprisen og energikostnaden, vil incentivet til å redusere bruken av elkraft dermed bli "overført" til beslutningen om hvor energiintensiv maskinparken skal være.
- De økte energikostnadene vil veltes videre over på kostnadene ved (den energidrevne) maskinparken. Kombi- nert med fall i lønnsinnsatsen, gir dette et ytterligere incen- tiv til å velge en mindre energiintensiv sammensetning av de tre faktorene energi, maskinkapital og arbeids- kraft. Mer detaljerte modellresultater viser at for de sek- torene som betyr mye for den samlede eletterspørselen, ligger reduksjonen i maskinutstyrets energiintensitet i intervallet 0,2-0,3 prosent, med unntak av treforedling hvor energiintensiteten faller med 0,13 prosent. Bereg- ningene viser videre at med unntak av metallindustrien er substitusjonseffekten som reduserer forholdet mellom energikrevende maskinutstyr og arbeidskraft, svakere enn substitusjonseffekten på forholdet mellom energi og maskinkapital.

### Nærmere om tilpasningen til økte elpriser i hus- holdningene

Som nevnt, skyldes den relativt svake prisfølsomheten i husholdningenes elforbruk delvis at bare vel 50 prosent av økningen i referanseprisen veltes over på kjøperprisen fordi overføringskostnader og avgifter hovedsakelig beregnes på grunnlag av forbruket målt i fysiske enheter. Tabell 4 viser

**Tabell 4. Dekomponering av endringer i husholdning- enes eletterspørsel. Prosentvise endringer pr. prosent økning i elprisen**

Endring i husholdningenes eletterspørsel = $1+2$	-0,134
1. Bidrag fra redusert oppvarming = $1.1. * 1.2.$	-0,076
1.1. Andel av elforbruket til oppvarming	0,490
1.2. Redusert elforbruk til oppvarming	-0,157
2. Bidrag fra redusert bruk av elutstyr = $2.1. * 2.2.$	-0,056
2.1. Andel av elforbruket til drift av elutstyr	0,510
2.2. Redusert elforbruk til drift av elutstyr	-0,111

**Tabell 5. Dekomponering av endringer i husholdning- enes elforbruk til oppvarming av bolig og vann. Prosentvise endringer pr. prosent økning i elprisen**

Reduksjon i totalt elforbruk til oppvarming = $1+2$	-0,157
1. Substitusjonseffekt = $-(1.3)*(1.1-1.2)$	-0,050
1.1. Økning i kjøperprisen på elektrisitet	0,537
1.2. Økning i kjøperprisindeksen for energi	0,480
1.3. Substitusjonselastisitet mellom elektrisitet og fossile brensler	0,878
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret energibruk til oppvarming	-0,107
Endret energibruk til oppvarming (volumindeks)	-0,097

at etterspørselsresponsen er noe sterkere for den delen av elforbruket som brukes til oppvarming av bolig og vann enn den er for elforbruket knyttet til elektrisk husholdnings- utstyr.

Tabell 5 viser at substitusjonsvirkningene mellom elfor- bruk og alternative energibærere i *oppvarming*, først og fremst fossile brensler, er beskjedne fordi den initiale el- andelen i energibruken til oppvarming er såpass høy. Det blir derfor bare en liten endring i forholdet mellom elpris og prisindeksen på oppvarmingsenergi når elprisen øker, og dermed tilsvarende lite incentiv til substitusjon. Sam- menlignet med denne substitusjonseffekten, betyr det ifølge modellberegningen relativt sett mer for eletterspør- selen at husholdningene reduserer den samlede energi- bruken til oppvarming. Bidraget fra denne skalaeffekten kan beregnes til vel 0,1 prosent pr. prosent økning i el- prisen.

Tabell 6 gir en oversikt over hvilke faktorer som ligger bak lavere energibruk til oppvarming. Den økte energikost- naden gir, sammen med lavere kapitalkostnader, et klart incentiv til energiøkonomisering i form av substitusjon fra oppvarmingsenergi til boligkapital. Selv om det beregnede bidraget til redusert energiforbruk til oppvarming fra denne substitusjonseffekten er såvidt lavt som 0,091 prosent- poeng, står det for nesten hele nedgangen. Den generelle nedgangen i vare- og tjenestekonsumet fører til en reduk- sjon av det boligrelaterte forbruket på 0,034 prosent. Dette gir imidlertid en nesten neglisjerbar skalaeffekt til pris- følsomheten i husholdningenes elforbruk, fordi skalaelasti- siteten mellom energi til oppvarming og boligrelatert kon- sum er anslått såvidt lav som 0,17.

**Tabell 6. Dekomponering av endringer i husholdningenes forbruk av energi til oppvarming av bolig og vann. Prosentvise endringer pr. prosent økning i elprisen**

Endret energibruk til oppvarming (volumindeks) = 1+2	-0,097
1. Substitusjonseffekt = $-(1.1-1.2) \cdot (1.3)$	-0,091
1.1. Relativ økning i prisindeksen for energi	0,480
1.2. Relativ økning i prisindeksen for boligrelatert forbruk	0,003
1.3. Substitusjonselastisitet mellom energi og tjenester fra boligkapitalen	0,191
2. Skalaeffekt: Bidrag fra endret boligrelatert forbruk	-0,006
Endret boligrelatert forbruk (volumindeks)	-0,034

En dekomponering av nedgangen i *elforbruket til husholdningsapparater* viser at nedgangen på 0,11 prosent (jfr. tabell 4) i overveiende grad skyldes substitusjonseffekter. Substitusjon i retning av mindre elkrevende elutstyr står for ca. 1/3 av nedgangen. Det resterende bidraget skyldes hovedsakelig substitusjon fra bruk av elutstyr mot andre varer og tjenester som følge av at enhetskostnaden for bruk av elutstyr øker med 0,25 prosent, mens prisindeksen for vare- og tjenestekonsumet faller med 0,02 prosent.

## Konklusjoner og diskusjon

Av dekomponeringsanalysen av beregningene på den generelle likevektsmodellen MSG-6 kan vi trekke følgende konklusjoner om prisfølsomheten i den norske etterspørselen etter elkraft:

1. Eletterspørselen faller med ca. 0,3 prosent pr. prosent økning i referanseprisen, dvs. kraftprisen målt ved referansepunktet mellom transmisjon og distribusjon, før påplussing av overføringskostnader og avgifter.
2. Tilpasningene i private produksjonssektorer i fastlandsøkonomien bidrar med 87 prosent av den beregnede samlede prisfølsomheten. Redusert elforbruk i husholdningene bidrar med 13 prosent, mens modellberegningene ikke gir noe bidrag fra offentlig forvaltning eller offshore næringene.
3. For både bedriftene og husholdningene er den makroøkonomiske kontraksjonen for liten til å bidra nevneverdig til den samlede prisfølsomheten. Det er endringer i relative priser som er hovedkraften bak nedgangen i etterspørselen.
4. Endringene i relative priser skyldes i hovedsak overveltning av økningen i elprisen gjennom økonomien via kryssleveranser mellom næringene. Som en generell likevektseffekt må lønnsraten falle, men lønnsreduksjonen er bare 0,04 prosent pr. prosent økning i elprisen. Modifikasjonen av substitusjonsvirkningene som følge av lønnstilpasningen og overveltningen av denne på andre priser, er tilnærmet neglisjerbar.

5. Det største bidraget til redusert elintensitet i produksjonen kommer fra faktorsubstitusjon innad i hver næring fra elektrisitet til andre faktorer. Den viktigste faktorsubstitusjonen skjer fra energi til arbeidskraft. Av den samlede etterspørselsnedgangen i de private fastlandsnæringene på 0,53 prosent, bidrar den sektorinterne faktorsubstitusjonen med 0,39 prosentpoeng pr. prosent økning i referanseprisen på elkraft.
6. Bidraget til redusert elintensitet i produksjonen fra endret næringssammensetning er 0,14 prosentpoeng (26 prosent). Dette skyldes at de mest elintensive næringene produserer produkter som er mer priselastiske enn gjennomsnittet. Spesielt går produksjonen relativt sterkest ned i metallindustrien og de øvrige eksportorienterte kraftkrevende industrinæringene, der tilbudet er antatt å være svært elastisk mhp. endringer i kostnadene.
7. Faktorsubstitusjonen og produksjonsnedgangen i metallindustrien bidrar med over halvparten av den beregnede reduksjonen i etterspørselen i de private produksjonssektorene.

Det kan være av interesse å sammenligne våre beregninger av prisfølsomheten med tilsvarende anslag i en beslektet studie av Longva, Olsen og Strøm (1988). Denne baserte seg på en tidligere versjon av MSG modellen, MSG-4. For produksjonssektorene ga denne studien omtrent den samme prisfølsomheten som vi har funnet i vår dekomponeringsanalyse. I Longva, Olsen og Strøm (1988) spiller imidlertid den sektorinterne faktorsubstitusjonen en større rolle og endringer i næringssammensetningen en mindre rolle enn i våre beregninger. Forskjellen når det gjelder betydningen av vridninger i næringsstrukturen skyldes etter all sannsynlighet at etterspørselen etter sektorenes produkter er mer priselastisk i MSG-6 enn i MSG-4, fordi MSG-6 i langt større grad fanger opp betydningen av internasjonal konkurranse i eksport og import. Reduksjonen i husholdningenes etterspørsel er imidlertid sterkere i Longva, Olsen og Strøm (1988).

Det kan med en viss rett hevdes at fordelingen av endringen i den aggregerte elintensiteten på sektorintern faktorsubstitusjon og næringsvridninger har noe arbitrært ved seg. Den relative betydningen av de to bidragene vil avhenge av hvilken nærings- og vareinndeling man har foretatt av økonomien i modellbeskrivelsen. En annen gruppering av sektorene ville gitt andre tall for de ulike bidragene til samlet prisfølsomhet. Videre er også observert substitusjon innen hver sektor i virkeligheten en blanding av bedriftsintern faktorsubstitusjon og en sammensetningseffekt mellom bedrifter og prosesser som er analog til den vi beregner mellom modellens sektorer. I praksis synes det likevel som om våre resultater er relativt robuste så lenge de mest kraftkrevende industrisektorene er skilt ut.

## Referanser

- Aasness, J. og B. Holtmark (1995): Effects on consumer demand patterns of falling prices in telecommunication, Working Paper 1995:8, Center for International Climate and Environmental Research - Oslo (CICERO).
- Alfsen, K., T. Bye og E. Holmøy (1996): *MSG-EE: An applied general equilibrium model for energy and environmental analyses*, Sosial and Economic Studies 96, Statistics Norway.
- Barro, R.J. (1974): Are Government Bonds Net Wealth?, *Journal of Political Economy* **82**, 6, 1095-1117.
- Bye, B. og E. Holmøy (1997): Household behaviour in the MSG-6 model, Documents 97/13, Statistisk sentralbyrå.
- Holmøy, E. (1998a): Analysing macrodynamics and macroeconomic multipliers within a formal stylised version of the MSG-6 model, kommer i serien Documents, Statistisk sentralbyrå.
- Holmøy, E. (1998b): En kvantitativ dekomponering av prisfølsomheten i den norske etterspørselen etter elkraft beregnet ved likevektsmodellen MSG-6, kommer i serien Notater, Statistisk sentralbyrå.
- Holmøy, E. og T. Hægeland (1997): Aggregate Productivity Effects of Technology Shocks in a Model of Heterogeneous Firms: The Importance of Equilibrium Adjustments, Discussion Papers 198, Statistics Norway.
- Holmøy, E., Ø. Olsen og B. Strøm (1997): *Prisfølsomheten i etterspørselen etter elektrisk kraft: En dekomponering av generelle likevektseffekter*, vedlegg i kommende NOU fra Energiutvalget.
- Holmøy, E. og B. Strøm (1997): *Samfunnsøkonomiske kostnader av offentlig ressursbruk og ulike finansieringsformer – beregninger basert på en disaggregert generell likevektsmodell*, Rapporter 97/16, Statistisk sentralbyrå.
- Johansen, L. (1960): *A multi-sectoral study of economic growth*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Johnsen, T.A. (1991): *Modell for kraftsektoren*, Rapporter 91/12, Statistisk sentralbyrå.
- Klette, T.J. (1994): Estimating price-cost margins and scale economies from a panel of microdata, Discussion Papers 130, Statistics Norway.
- Longva, S., Ø. Olsen og S. Strøm (1988): Total elasticities of energy demand analysed within a general equilibrium model, *Energy Economics* **10**, 4, 298-308.
- Mysen, H.T. (1991): *Substitusjon mellom olje og elektrisitet i produksjonssektorene i en makromodell*, Rapporter 91/7, Statistisk sentralbyrå.